

# Primena lasera u stomatologiji

SGS YU ISSN 0039-1743-  
COBISS.SR-ID 8417026

## Lasers in Dentistry

### KRATAK SADRŽAJ

*Laseri i laserska tehnologija se danas koriste u brojnim medicinskim i stomatološkim indikacijama. Cilj ovog rada je bio da predstavi osnovne karakteristike lasera i mogućnosti njihove primene u stomatološkoj praksi. Efekat lasera na meka tkiva obezbeđuje manje invazivnu, hirurgiju bez krvi, minimum postoperativnih komplikacija i intervenciju bez bola. Laseri za tvrda tkiva omogućavaju efikasnu dijagnostiku karijesa, povećavaju otpornost gleđi prema karijesu, omogućuju efikasno kondicioniranje gleđi, kvalitetnu preparaciju kaviteta i polimerizaciju materijala, odnosno efikasnu sterilizaciju očišćenog i obrađenog kanala korena zuba. Za sigurnu primenu lasera neophodna je edukacija osoblja o laser aparatima i preduzimanje sigurnosnih i zaštitnih mera za pacijente i osoblje.*

**Ključne reči:** laser, stomatologija, polimerizacija, endodoncija

**Slavoljub Živković<sup>1</sup>, Larisa Blažić<sup>2</sup>,  
Mila Kolar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Stomatološki fakultet Beograd  
Klinika za bolesti zuba, Beograd

<sup>2</sup> Medicinski fakultet Novi Sad  
Klinika za stomatologiju, Novi Sad

<sup>3</sup> Medicinski fakultet Beograd  
Univerzitetska dečja klinika, Beograd

**INFORMATIVNI RAD (IR)  
Stom Glas S, 2004; 51:146-152**

*"Stomatologija je zakoračila u interesantnu eru visoke tehnologije. Stomatološki laseri ne otvaraju stručnjacima samo prozor nego i vrata u novu isplativu i vrednu arenu visoke tehnologije"*

Leo J. Miserendino, Prof. Univerziteta Illinois u Čikagu, 1995

Laserska tehnologija je poslednjih dvadesetak godina znatno napredovala i laseri se danas primenjuju u skoro svim oblastima stomatologije. Izraz LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) označava pojačanje svetlosti stimulisanim emisijom zraka. Laserski zrak obično pripada vidljivom delu spektra, a nosioci laserskog svetla su fotoni, koji imaju istu talasnu dužinu i oslobađaju jednaku količinu energije. Naime, laserski medijum se sastoji od atoma koji po orbitama oko svog jezgra imaju raspoređene elektrone, obzirom na različitu udaljenost od jezgra imaju i različitu energiju (oni koji su bliži jezgru su stabilniji od udaljenih). Prilikom prelaska elektrona iz više u nižu orbitu dolazi do oslobađanja energije u obliku fotona, a pri prelazu iz niže u višu orbitu energija se troši. Zrak se formira u cevi koja sa obe strane ima ogledala, a u jednom od njih je mali otvor kroz koji prolazi uzak snop fotona u obliku laserskog zraka koji se oblikuje pomoću sočiva i usmerava do tkiva na koje se cilja.<sup>1</sup>

Laserski zrak je monohromatski, koherentan i usmeren zrak svetlosne energije koji se sastoji od jedne čiste boje (koja je obično nevidljiva) ali pretvorena u toplotnu energiju može obezbediti različit terapijski efekat. Laserski snop svetlosti može biti kontinuiran ili pulsni. Kontinuirani laser omogućava formiranje (isijavanje) laserskog zraka sa uvek određenom srednjom izlaznom snagom, dok se kod pulsnih lasera proi-

zvodi zrak sa vrlo kratkim impulsima (nekoliko nanosekundi) i sa velikom frekvencijom ponavljanja. Važna osobina laserskog zraka je mogućnost njegovog fokusiranja na veoma male površine i što se velika preciznost može ostvariti sa malom količinom energije. Talasne dužine svih stomatoloških lasera su u opsegu od 10000 nanometara ( $10^{-9}$ ).<sup>2,3</sup>

Laserski zrak koji se koristi u stomatologiji može imati različite talasne dužine. (Argon laser, dve različite diode, Nd:YAG; Ho:YAG, Er, Cr:YSGG, Er:YAG ili CO<sub>2</sub>). Grupe slova kojima se označavaju laseri predstavljaju u stvari hemijske elemente, molekule ili komponente koje čine sastavne delove lasera. (Primer: Nd:YAG se odnosi na čvrsti kristalni štapić yttrijuma, aluminijuma i garneta-poludragi kamen; CO<sub>2</sub> se odnosi na kontejner sa ugljen dioksidom).<sup>2</sup>

Prvi rubinski laser razvio je MAIMAN 1960. godine. Neposredno po njegovom pronalasku uočena je mogućnost njegove primene u stomatologiji i od tog vremena raste interesovanje za razvoj ove tehnologije u svim stomatološkim disciplinama.<sup>2</sup> Obzirom na brojne kvalitete ove tehnologije u terapiji brojnih oboljenja, Akademija za laser-sku stomatologiju i internacionalna organizacija više od 500 kliničara, istraživača i akademika je 1993. godine preporučila da laser treba uvesti kao neophodnu opremu u stomatologiji.<sup>4</sup>

Međutim, mišljenja oko primene lasera u stomatologiji su prilično kontroverzna. Naime, proizvođači i tehnologija sa

jedne strane ističu njihove prednosti u priličnoj meri, dok sa druge strane istraživači i kliničari iznose sumnje u efikasnost u pogledu sigurnosti njihove primene, odnosno neadekvatnu dokumentaciju o efikasnosti lečenja ovom tehnologijom.

Istraživanja u ovoj oblasti išla su u dva pravca, odnosno proučavan je efekat lasera na mekim i čvrstim tkivima. Osnovni cilj ovog rada bio je da predstavi osnovne osobine i mogućnosti primene lasera u stomatološkoj praksi.

## Lasери za meka tkiva

Od pojave lasera (60-tih godina) pa do danas, objavljeno je dosta radova o njihovoj primeni i efektima na meka tkiva. Činjenica je takođe da je laserski zrak najpre korišćen u hirurškim intervencijama u medicini, a tek kasnije i u stomatologiji.

Laserski zrak se u medicini koristi u brojnim hirurškim indikacijama (resekcijama mekih tkiva npr. pri mastektomiji, resekciji tumora, tretmanu vaskularnih lezija kao što su: hemangiomi, teleangiektazije, piogeni granulomi, angiofibromatoza, tretmanu pigmentnih lezija kao što su lentigo, kongenitalni melanocitni nevasi, tretmanu hipertrofičnih ožiljaka, keloida, strija i dr.). Obzirom da predstavljaju manje invazivnu tehniku laseri nude hirurgiju bez krvi, uz minimum postoperativnih komplikacija, a u zavisnosti od energije svetlosnog zraka meko tkivo može sušiti, seći ili koagulirati pri čemu je naravno intervencija bezbolna.<sup>1-4</sup>

Pioniri primene lasera u stomatologiji su imali dodatni problem jer je pri tretmanu mekih tkiva u usnoj duplji često dolazilo i do efekata laserskog zraka na zube, koje je tom prilikom bilo teško zaštititi. Konkretno, za uklanjanje mekog tkiva u usnoj duplji koristi se ugljen-dioksidni (CO<sub>2</sub>) laser.<sup>1,3</sup>

Indikacije za primenu lasera na mekim tkivima su brojne: gingivektomija, proliferacija tkiva, biopsije, produženje kliničke krune, uklanjanje frenuluma, tretman aftoznih ulceracija, incizija i drenaža apscesa, lečenje hemangioma (Sl. 1).

Klinička istraživanja su potvrdila da postoje razlike u reakciji tkiva u zavisnosti da li je incizija u mekom tkivu urađena skalpelom ili CO<sub>2</sub> laserom.<sup>5</sup> Naime, posle upotrebe CO<sub>2</sub> lasera uočeno je sporije zarastanje i značajno manji ožiljak, redukcija postoperativnog bola i znatna ušteda vremena.<sup>6,7</sup>

## Laseri za tvrda tkiva

Za razliku od dobro proučene interakcije između mekih tkiva i laserskog zraka, interakcija zraka sa čvrstim tkivima još uvek nije jasno i precizno determinisana. Razloge treba tražiti pre svega u optičkim karakteristikama čvrstih tkiva (refraktorni indeks, indeks rasejanja, apsorpcioni koeficijent) odnosno parametrima laserskog zraka (talasna dužina, učestalost, energija impulsa, prostor, vreme).<sup>8</sup>

Naime, kod materija sa visokim apsorpcionim koeficijentom ( $\mu\text{m}$  u  $100\text{cm}^{-1}$ ) energija laserskog zraka se absorbira unutar  $100\ \mu\text{m}$  površine i pretvara u toplotu. Transport laserske energije kroz tvrda zubna tkiva značajno zavisi i od rasipanja svetlosnog zraka u interakciji sa ovim tkivima. Potvrđeno je da gleđ i dentin u zoni vidljivog dela spektra i zoni bliskoj infracrvenom spektru slabo absorbiraju laserski zrak, odnosno da je rasipanje svetlosti kod ovih tkiva veoma značajno.<sup>8,9</sup>

Spitzer i ten Bosch su merili transmisiju i refleksiju laserskih talasa kroz tanku, gleđnu površinu i utvrdili da je apsorpcija bila veoma slaba u zoni vidljive svetlosti (400-700nm) i umerena u zoni ultravioletnih zraka (240-300nm). Takođe su potvrdili da je i koeficijent rasipanja između 240nm i 700nm eksponencijalno opadao od  $400\text{cm}^{-1}$  do  $20\text{cm}^{-1}$ .<sup>10</sup> Koeficijent apsorpcije i rasipanja na tankim presecima dentina (debljine  $170\ \mu\text{m}$ ) merili su ten Bosch i Zijp sa različitim talasnim dužinama laserskih zraka (400-700nm). Rezultati ovih istraživanja su pokazali da koeficijent apsorpcije nije zavisio od talasne dužine zraka, dok je koeficijent rasipanja varirao u okvirima iste talasne dužine. Takođe je potvrđena zavisnost između gustine dentin tubula i koeficijenta rasipanja laserskog zračenja.<sup>11</sup>

Istraživanja u ovoj oblasti su takođe potvrdila da je koeficijent apsorpcije i rasipanja za dentin značajno veći nego za gleđ.<sup>12</sup> Naime, veći apsorpcioni koeficijent dentina udružen sa jačim rasipanjem zračenja često dovodi do depozicije energije na granici gleđ-dentin, što može uzrokovati subpovršinsko zagrevanje, pojavu pukotina na gleđi i nekrozu pulpe.<sup>13</sup>

Mineralna komponenta gleđi (hidroksiapatit) ima izrazitu apsorpcionu sposobnost u zoni infracrvenog zračenja, zahvaljujući fosfatima, karbonatima i hidroksilnim grupama u kristalnoj strukturi gleđi. Za apsorpciju laserskog zračenja kod ugljendioksidnih lasera odgovoran je pre svega hidroksiapatit gleđi, a celokupna energija se absorbira u veoma tankom sloju gleđne površine.<sup>14,15</sup> Apsorpcioni koeficijent visoko apsorpcionih materijala može se odrediti i merenjem temperature u funkciji vremena.<sup>14,16</sup>

Laserska tehnologija danas omogućava da se brojne hirurške intervencije mogu izvesti u svojoj sredini i u odličnoj vidljivosti uz značajnu uštedu vremena. Laserski zrak može seći i meka i tvrda tkiva, suši i koagulira tkivo, smanjuje postoperativnu osetljivost, redukuje broj i virulenciju bakterija i ne ostavlja ožiljke posle intervencije.

Laseri za tvrda tkiva se mogu koristiti skoro u svim stomatološkim disciplinama i to: preventivnoj stomatologiji, restaurativnoj stomatologiji, endodonciji, parodontologiji, hirurgiji, implantologiji i dr. (Sl. 2).

## Laseri u preventivnoj stomatologiji

Primena lasera u preventivnoj stomatologiji zasniva se pre svega na činjenici da laserski zrak u in-vitro uslovima dovodi do površinskog zagrevanja gleđi, čime se povećava rezistencija gleđi na subpovršinsku demineralizaciju.<sup>1,17</sup>

Vahl je u svojim istraživanjima elektronskim mikroskopom proučavao efekat x i laserskog zraka na gleđ zuba i ustanovio značajne ultrastrukturne i kristalografske promene na gleđi posle primene lasera.<sup>18</sup> Kasnije studije Yammamoto-a<sup>19</sup> i saradnika su pokazale da Nd:YAG laser ( $\lambda=1064\text{nm}$ ) povećava otpornost gleđi na demineralizaciju, a samim tim i prema karijesu. Takođe je potvrđeno da prevelika energija laserskog zraka, sa talasnom dužinom u oblasti vidljivog dela spektra i blizu infracrvenoj svetlosti, često dovodi do oštećenja pulpodentinskog kompleksa. Primenom ugljen-dioksidnog lasera ( $\text{CO}_2$ ) u oblasti infracrvenog dela spektra sa manjom energijom se obezbeđuje bolja apsorpcija zraka nego kod laserskog zraka sa talasnom dužinom u oblasti vidljivog dela spektra.<sup>20,21,22</sup>

Featherstone<sup>15</sup> i sar. i Nelson<sup>20</sup> i sar. su istraživali efekat pulsnih lasera sa niskom energijom na gleđ i dentin i potvrdili da je efekat lasera značajno zavistan od talasne dužine zraka.<sup>15,20</sup> Naime, pulsni laseri održavaju energiju zraka konstantnom, i time obezbeđuju rekristalizaciju gleđi samo na površini gleđi, pri čemu je efekat na dentin i pulpu skoro zanemarljiv. Ustanovljeno je da pulsni ugljendioksidni laser dovodi do porasta temperature ( $>1000^\circ\text{C}$ ) na površini (ne dublje od  $5\mu\text{m}$ ) koja može uzrokovati razaranje gleđnih kristala. Međutim, ispod te zone ( $10\text{-}40\mu\text{m}$ ) porast temperature je mali ali sasvim dovoljan da dovede do određenih promena u kristalima hidroksiapatita koji mogu uticati na povećanu otpornost gleđi prema karijesu.<sup>15</sup>



Slika 2. Univerzalni dentalni laser za intervencije na tvrdim i mekim tkivima (Nd: YAG: ER: YAG)

Fig 2. Universal dental Laser system (Nd: YAG: ER: YAG)



Slika 1. Laser za intervencije na mekim tkivima (Nd: YAG)  
Fig 1. Soft laser (Nd: YAG)



Slika 3. Različite vrste nasadnih instrumenata za laser:  
a) za preparaciju kaviteta i uklanjanje karijesa (ER: YAG); b) za redukciju bakterija u endodontijumu i periodoncijumu (Nd:YAG); c) za hirurške intervencije i preparaciju kaviteta (ER: YAG); d) za uklanjanje kožnih promena (ER: YAG)

Fig 3. Different handpieces for laser:  
a) cavity preparation and caries removal (ER: YAG); b) bacterial reduction in endodontics and periodontics (Nd:YAG); c) surgery and cavity preparation (ER: YAG); d) dermatological handpiece

Objašnjenje za povećanu otpornost gleđi posle izlaganja laserskom zračenju moglo bi se naći u činjenici da je gleđna površina posle izlaganja laserskom zračenju manje permeabilna za jone koji inače difunduju kroz gleđ.<sup>17,23</sup> U nalazima Oho-a i Morioka<sup>24</sup> koji su tretirali površinu gleđi (prethodno pokrivena sredstvom koje povećava apsorpciju) argon laserom, uočeni su mikroprostori u gleđi zbog uklanjanja organskih komponenti, vode i karbonata što "naizgled" povećava permeabilnost gleđi. Međutim, ovi mikroprostori sada predstavljaju depo za jone koji se oslobađaju pri delovanju kiseline na gleđ čime se opet povećava otpornost gleđi prema karijesu.<sup>24,25,26</sup>

Fox<sup>27</sup> i saradnici u svojim istraživanjima ukazuju da se otpornost gleđi povećava posle tretmana laserom kada temperatura prelazi 1200°C, dok Otsuka<sup>28</sup> i sar. i Yu<sup>29</sup> i sar. ukazuju da tretman ugljendioksidnim laserom (300-400°C) smanjuje rastvorljivost gleđi.<sup>28,29</sup>

Brojna istraživanja su potvrdila da kombinacija laserskog zračenja i potom lokalna aplikacija fluorida značajnije smanjuje rastvorljivost gleđi nego zasebni tretmani.<sup>26,30,31</sup> Ovo objašnjavaju činjenicom da tretman gleđi laserom modifikuje gleđ u tom smislu da ona postaje "prijemčiva" za lokalnu aplikaciju fluorida čime se značajno povećava otpornost gleđi prema karijesu.<sup>30,31</sup>

## Laseri u restaurativnoj stomatologiji

Laseri se u restaurativnoj stomatologiji mogu koristiti u različitim indikacijama: za dijagnostiku karijesa, preparaciju kaviteta, kondicioniranje zidova kaviteta pre restaurativne procedure kompozitnim ispunima kao i za polimerizaciju kompozitnih materijala (Sl. 3).<sup>1,3,4</sup>

Rana dijagnostika karijesa je jedan od osnovnih preduslova za njegovu uspešnu terapiju. Otkrivanje rane demineralizacije gleđi osim preventivnog efekta često predstavlja i početak lečenja, odnosno zaustavljanja toka bolesti. Laser fluorescencija je dijagnostička procedura koja se zasniva na različitim optičkim svojstvima zdrave i demineralizovane gleđi.<sup>4</sup>

Obzirom da zvuk turbine još uvek izaziva strah kod najvećeg broja pacijenata, zagovornici primene lasera u sečenju tvrdih tkiva zuba su smatrali da je laserski zrak jedno od rešenja.<sup>32</sup> Goldman je još 1964. godine predočio mogućnost korišćenja rubinskog lasera u terapiji karijesa, a Gordon (1967g) je prvi pokušao da ukloni karijesno promenjeno tkivo laserom, ali je pri tom došlo i do ireverzibilnog oštećenja pulpe<sup>1,2</sup> (uglavnom zbog termičkog efekta). Efekat lasera na tvrda zubna tkiva proučavao je veliki broj istraživača.<sup>25,26,33,34,35,36,37,38</sup>

Sušтина u uklanjanju tvrdog zubnog tkiva (gleđi i dentina) laserskim zrakom leži u činjenici da ova tkiva dobro apsorbuju zrake zahvaljujući vodi i OH jonima hidroksiapatita. Laseri sa talasnom dužinom bliskom spektru infracrvene svetlosti (Er:YAG( $\lambda=2,94\mu\text{m}$ ) i Er:YSGG ( $\lambda=2,79\mu\text{m}$ ) su najpogodniji za preparaciju kaviteta jer se njihovo zračenje

vrlo dobro apsorbuje od strane zubnih tkiva. Pri tome absorbovana energija dovodi do povećanja temperature i pritiska u zubnim tkivima pa se javlja neka vrsta "eksplozije" i materijal puca, odnosno dolazi do odlamanja delova zubnih tkiva.<sup>20,21,39</sup> Obzirom da je karijesni dentin manje čvrst od okolnog zdravog dentina i gleđi, za njegovo uklanjanje je neophodan laserski zrak koji indukuje manje zagrevanje i manji pritisak, odnosno kod karijesnih zuba se može pri preparaciji "odlamati" veća površina zubnog tkiva.<sup>40</sup>

Primenom erbijumskog lasera (samo jednim pulsom) dolazi do povećanja temperature od 100°C na delu zuba gde je usmeren zrak, dok je samo nekoliko mikrona dalje od mesta gde se "odlama" zubno tkivo porast temperature samo nekoliko °C. Pri upotrebi multiplog pulsa porast temperature može biti i do 30°C kroz ceo zub.<sup>41</sup> Ovo naravno može uticati na pulpodentinski kompleks i dovesti do nekroze pulpe (poznato je da povećanje temperature od 5°C u trajanju od 5 minuta može ugroziti pulpodentinski kompleks).<sup>42</sup>

Armengol i sar.<sup>43</sup> i Chandler i sar.<sup>44</sup> su proučavali porast temperature pri uklanjanju dentina, odnosno transmisiju zračenja kod karijesnih zuba. Poredeći porast temperature pri preparaciji kaviteta Er:YAG laserom, Nd:YAG laserom i visokoturažnom bušilicom, autori ukazuju da Nd:YAG proizvodi značajno veću temperaturu od Er:YAG lasera i visokoturažne mašine.

Efekat Er:YAG lasera i visokoturažne mašine na pulpu pacova ispitivao je Takamory<sup>43</sup> i uočava da posle primene lasera dolazi do bržeg povećanja nivoa kalcitonina u pulpi nego posle korišćenja visokoturažne mašine. Dobijeni rezultati potvrđuju da posle primene lasera dolazi do brže reparacije u pulpnom tkivu nego posle preparacije zuba visokoturažnom mašinom.<sup>43</sup> Ispitivanja su takođe potvrdila da je četiri dana nakon preparacije kaviteta zuba laserom uočena normalna struktura odontoblastnog sloja i predentina, a ćelijski elementi i krvni sudovi u pulpi bili su slični kao i kod kontrolnih netretiranih uzoraka.<sup>44</sup>

## Primena lasera za kondicioniranje gleđi

U adhezivnoj stomatologiji, laseri se mogu koristiti i za kondicioniranje gleđi pre restauracije kaviteta kompozitnim ispunima. Osim uobičajenog kiselinskog nagrizanja, kada dolazi do dekalifikacije gleđi i formiranja mikropora (koje povećavaju retenciju površinu i pojačavaju adhezivnost materijala) u restaurativnoj proceduri se poslednjih godina za nagrizanje gleđi koriste i laseri.<sup>45,46,47,48</sup>

Tako su Liberman<sup>45</sup> i sar. i Cooper<sup>46</sup> i sar. poredili efekat ugljendioksidnog lasera i fosforne kiseline u kondicioniranju gleđi. Rezultati su pokazali sličnu jačinu adhezivne veze<sup>45</sup> ali je posle kondicioniranja dentina laserom jačina veze povećana 300%.<sup>46</sup> Koristeći Nd:YAG laser za nagrizanje gleđi pre postavljanja ortodontskih bravica Roberts-Harry uočava slabiju adhezivnu vezu nego posle primene kiseline.<sup>47</sup> Međutim, ima i suprotnih nalaza, koji

ukazuju da efekat Nd:YAG lasera na dentinu uzrokuje slabiju adhezivnu vezu.<sup>48</sup>

Ariyaratnam<sup>49</sup> i sar. su SEM-om analizirali površinu gleđi nakon nagrizanja kiselinom i laserom i utvrdili da se posle nagrizanja gleđi kiselinom ostvaruje bolja adhezija kompozitnih materijala i tvrdih zubnih tkiva i da Nd:YAG laser nije dobra alternativa kiselinama za nagrizanje gleđi. Poredeći termički efekat sečenja Er:YAG i Nd:YAG lasera na tvrda zubna tkiva Mehl<sup>50</sup> i sar. potvrđuju da je Er:YAG laser efikasniji u preparaciji i skoro bez zagrevanja okolnog tkiva, dok je Nd:YAG laser bio manje efikasan u uklanjanju zubnih tkiva pri preparaciji, ali je obezbeđivao dobro kondicioniranje površine dentina.

## Primena lasera za fotopolimerizaciju

Savremena restaurativna stomatologija se danas ne može zamisliti bez svetlosno-polimerizujućih kompozitnih materijala. Svetlosni izvori za polimerizaciju fotoaktivirajućih stomatoloških materijala podrazumevaju kako konvencionalne (halogene) lampe, tako i nove izvore za polimerizaciju kao što su ksenonske (plazma) lampe, plave svetlosno-emitujuće diode (LED) i argonske lasere.<sup>51</sup>

Plava svetlost koju emituje argonski laser je optimalna za aktiviranje fotoinicijatora (kamforhinon) i iniciranje polimerizacije kompozitnih materijala.<sup>52</sup> Ovaj laser generiše mohohromatsku svetlost (jedna talasna dužina od 488nm) koja je adekvatna za iniciranje polimerizacije. Raspon talasne dužine svetlosti laserskog izvora je veoma uzak (40-45nm) i zato sa manjom izlaznom energijom "pogađa" talasnu dužinu fotoinicijatora (468nm).<sup>53</sup> Zahvaljujući koherentnom svetlosnom zraku, ne dolazi do rasipanja energije, a ostvaruje se konzistentna iradijacija koja omogućava polimerizaciju materijala bez obzira na udaljenost izvora od zuba.<sup>54</sup> Brojna istraživanja takođe potvrđuju da laser zahteva daleko kraće vreme za polimerizaciju<sup>55,56,57</sup>, a da skraćeno vreme za polimerizaciju ne utiče negativno na fizičko-hemijske karakteristike materijala, odnosno na kvalitet i trajnost ispuna.<sup>58,59</sup>

## Laseri u endodonciji

Primena lasera u endodontskoj terapiji vezana je pre svega za kanalsku terapiju i u određenim slučajevima se koristi kod endodontskih hirurških zahvata (apikotomija).<sup>4</sup> Naravno, najvažnija uloga laserskog zraka je u sterilizaciji očišćenog i obrađenog kanala korena odnosno u sterilizaciji parakanalnog sloja zidova kanala. U ove svrhe koriste se Nd:YAG, Er:YAG diodni i ugljendioksidni (CO<sub>2</sub>) laseri.<sup>60</sup>

Posle adekvatne preparacije u kanal se unosi tanko optičko (kvarcno) vlakno (300-350µm) koje omogućava da svetlosni zrak prođe u dentinske zidove i druge akcesorne kanale (do 150µm) i "uništi" zaostale bakterije.<sup>60,61</sup> Posle primene lasera čak i kod velikih periapeksnih lezija nisu uočeni bolni simptomi niti komplikacije posle endodontskog zahvata. Sterilizujući efekat lasera je rezultat generisane toplote koja "ubija" bakterije ali ne oštećuje tkivo u ekspanzibilnoj zoni (zidovi, apeks).<sup>61</sup>

*In vitro* istraživanja su takođe pokazala da posle primene kontinualnog ugljendioksidnog lasera u kanalu korena zuba dolazi do kompletnog zatvaranja dentinskih tubula.<sup>62</sup> Laserski zrak u kanalu ne utiče na količinu razmaznog sloja<sup>60</sup>, ali je posle zračenja u kanalu u prisustvu razmaznog sloja uočeno efikasnije zatvaranje dentin tubula u parakanalnom sloju dentina.<sup>62,63</sup>

## Potencijalne mogućnosti primene lasera u stomatologiji

Poslednjih godina laseri se koriste i za uklanjanje privremenih ili stalnih ispuna. Blum<sup>64</sup> i sar. su proučavali efekat Nd:YAG lasera na uklanjanje polikarboksilatnog cementa za privremeno cementiranje krunica, kompozita, amalgama i BIOSIL legure. Istraživanje je pokazalo pozitivan efekat lasera u uklanjanju ovih materijala pre ili u toku ponovnog endodontskog zahvata.

U zanimljivoj *in vitro* studiji Wong<sup>65</sup> i sar. su poredili efekat retrogradnog punjenja kanala amalgamom i efekat Nd:YAG lasera na kulturu *Streptococcus salivarius*-a (zaostalog u krunicnom delu napunjenog kanala) i nisu našli značajne razlike između tretiranih grupa.

Folwaczny<sup>66</sup> i sar. su izučavali efekat XeCl lasera (308nm) na kvalitet obrade (poliranja) keramičkih površina zuba i uočili da fizička hrapavost ovih površina može biti značajno smanjena posle primene laserskog zračenja, ali kompletno poliranje ipak nije osigurano u potpunosti.

Naravno, rapidan razvoj laserske tehnologije ukazuje na neverovatne mogućnosti ovih aparata u bliskoj budućnosti i njihovu primenu u različitim vidovima tretmana. Primena ove tehnologije značajno je unapredila stomatološku praksu, a njene mogućnosti su za sada neograničene.

## Sigurnost lasera

Sigurnost primene lasera podrazumeva obučenosť osoblja za njihovu primenu i preduzimanje sigurnosnih mera u zaštiti i pacijenata i osoblja. A da bi se obezbedila adekvat-

na zaštita neophodna je opšta edukacija o ovim aparatima (efikasnost, sigurnost) kao i pravilan izbor indikacija za njihovu primenu. Svaki praktičar bi pre primene lasera morao znati osnovne karakteristike lasera, ali i mere zaštite koje bi trebalo preduzeti prilikom njihove upotrebe.

Američki nacionalni standard za bezbednu upotrebu lasera je preporučio i mere zdravstvene zaštite (ANSI 2136.3-1988)<sup>67</sup> koje je neophodno preduzeti prilikom korišćenja lasera.

Važno je napomenuti da je prilikom korišćenja lasera neophodno da i pacijent i terapeut imaju odgovarajuće

zaštitne naočare. Zaštita očiju mora biti obezbeđena i kod celokupnog personala u zoni laserskog tretmana.

Moglo bi se ipak reći da budućnost lasera u stomatologiji leži u razumevanju efakata različitih talasnih dužina ovih aparata, odnosno u razumevanju brojnih parametara vezanih za interakciju između laserskog zraka i različitih tkiva u usnoj duplji.

## Zaključak

Iako se laserska tehnologija može koristiti skoro u svim oblastima stomatologije (dijagnoza i terapija), upotreba lasera je često ograničena, prvenstveno zbog njihove cene, ali i zbog straha od posledica.

## Literatura

- Meserendino LM, Pick RM. Lasers in dentistry. Quintessence books.1995
- Coluzzi DJM, Rice JH, Coletan S. The coming of age of lasers in dentistry, *Dentistry today*, October 1998, 64-71
- Widgor HA, Walsh JT, Featherstone JDB, Visuri SR, Fried D, Waldvogel JL. Lasers in dentistry, Wiley-Liss Inc, 1996
- Featherstone JDB. What is the future of lasers in dentistry? *Quintessence International*, 1996, 27:286-291
- Loumanen M, Meurman JH, Letho VP. Extracellular matrix in healing CO<sub>2</sub> laser incision wound. *J Oral Pathol* 1987; 16: 322-331
- Loumanen M, Virtanen I. Healing of laser and scalpel incision wounds of rat tongue mucosa as studied with cytokeratin antibodies. *J Oral Pathol* 1987; 16:139-144
- Luomanen M. Oral focal epithelial hyperplasia removed with CO<sub>2</sub> laser. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990; 19:205-207
- Cheong W, Prahl SA, Welch AJ. A review of the optical properties of biological tissues. *IEEE J Quantum Electron* 1990; 26:2166-2185
- Wilson BC, Jacques SL. Optical reflectance and transmittance of tissue: Principles and applications. *IEEE J Quantum Electron* 1990; 26:2186-2191
- Spitzer D, ten Bosch JJ. The absorption and scattering of light in bovine and human enamel. *Calcif Tiss Res* 1975; 17:129-137
- Zijp JR, ten Bosch JJ. Theoretical model for the scattering of light by dentin and comparison with measurements. *Appl Optics* 1993; 32:411-415
- Fried D, Featherstone JDB, Glana RE, Bordin B, Seka W. The light scattering properties of dentin and enamel at 543, 632 and 1053nm in "Lasers in Ortopedic, dental and veterinary medicine II", Bellingham, WA: SPIE 1993; 240-245
- Seka W, Fried D, Glana RE, Featherstone JDB. Laser energy deposition in dental hard tissue. *J Dent Res* 1994; 73:340
- Duplain G, Boulay R, Belanger PA. Complex index of refraction of dental enamel at CO<sub>2</sub> wavelengths. *Appl Optics* 1987; 26: 4447-51
- Featherstone JDB, Nelson DGA. Laser effects on dental hard tissue. *Adv Dent Res* 1987; 1:21-26
- Fried D, Borzillaz SF, Mc Cormack SM, Glana RE, Featherstone JDB, Seka W. The thermal effects on CO<sub>2</sub> laser irradiated dental enamel at 9,3, 9,6, 10,3 and 10,6µm. In "Laser surgery: Advanced characteristic, therapeutics, and systems IV". Bellingham WA: SPIE 1994, 319-328
- Stern RH, Sognnaes RF, Goodman F. Laser effect on in vitro enamel permeability and solubility. *J Am Dent Assoc* 1966; 78: 838-843
- Vahl J. Electron microscopical and x-ray crystallographic investigations of teeth exposed to laser rays. *Caries Res* 1968; 28:10-18
- Yammamoto H, Ooya K. Potential of yttrium-aluminium-garnet laser in caries prevention. *J Oral Pathol* 1974; 38:7-15
- Nelson DGA, Shariati M, Glana R, Shields CP, Featherstone JDB. Effect of pulsed low energy infrared irradiation in artificial caries-like lesion formation. *Caries Res* 1986; 20:289-199
- Nelson DGA, Williamson BE. Low-temperature laser Raman spectroscopy of synthetic carbonated apatites and dental enamel. *Aust J Chem* 1982; 3:715-727
- Meurman JH, Voegel JC, Rauhamaa-Makinen R, Gasser P, Thomann JM, Hemmerle J, Luomanen M, Paunio I, Frank RM. Effect of carbondioksida, Nd:YAG and carbondioxide-Nd:YAG combination laser at high energy densities on synthetic hydroxiapatite. *Caries Res* 1992; 26:77-83
- Lenz P, Glide H, Walz R. Studies on enamel sealing with the CO<sub>2</sub> laser. *Dtsch Zahnartzl Z* 1982; 37:469-478
- Oho T, Morioka T. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. *Caries Res* 1990; 24:86-92
- Borggreven JPM, van Dijk JWE, Driessens FCM. Effect of laser irradiation on permeability of bovine dental enamel. *Arch Oral Biol* 1980; 25:831-832
- Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. *J Dent Res* 1980; 59:137
- Fox JL, Yu D, Otsuka M, Higuchi W, Wong J, Power GL. Initial dissolution rate on dental enamel after CO<sub>2</sub> laser irradiation. *J Dent Res* 1992; 71:1389-1397
- Otsuka M, Wong J, Higuchi WI, Fox JL. Effects of laser irradiation on the dissolution kinetics of hydroxyapatite preparations. *J Pharm Sci* 1990; 79:510-515
- Yu D, Fox JL, Hsu J, Powell GL, Higuchi WI. Computer simulation of surface temperature profiles during CO<sub>2</sub> laser irradiation of human enamel. *Opt Eng* 1993; 32:298-305
- Goodman BD, Kaufman HW. Effect of an argon laser on the crystalline properties and rate of dissolution in acid of tooth enamel in the presence of sodium fluoride. *J Dent Res* 1977; 56:1201-1207
- Tagomori S, Morioka T. Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. *Caries Res* 1989; 23:225-231
- Trends in dentistry, Dental Products Report, MEDEC. Dental communications, Northfield, IL, 1993. p38
- Stern R, Renger HL, Howell FV. Laser effects on vital dental pulps. *Br Dent J* 1969; 26-28
- Melcer J. Latest treatment in dentistry by means of the CO<sub>2</sub> laser beam. *Laser Surg Med* 1986; 6:396-398
- Miserendino LJ, Abt E, Widgor HA, Miserendino CA. Evaluation of thermal cooling mechanisms for laser application to teeth. *Lasers Surg Med* 1993; 13:83-88

36. McKee MD. Effects of CO<sub>2</sub> laser irradiation in vivo on rat alveolar bone and incisor enamel, dentin and pulp. *J Dent Res* 1993; 73:1406-1417
37. Shoji S, Nakamura M, Horoshi H. Histopathological changes in dental pulps irradiated by CO<sub>2</sub> laser: A preliminary report on laser pulpotomy. *J Endodontics* 1985; 11:379-384
38. Zakariassen K, Baron J, Paton B. Laser scanned fluorescence of nonlaser/normal, laser/ normal, non-laser/carious and laser/carious enamel. *SPIE Proceedings* 1992; 1643:503-509
39. Nelson DGA, Wefel JS, Jongebloed WL, Featherstone JDB. Morphology, histology and crystallography of human dental enamel treated with pulsed low energy IR laser radiation. *Caries RES* 1987; 21:411-426
40. Rechmann P, Henning T, von den Hoff U, Kaufmann R. Caries selective ablation. Wavelengths 377nm versus 2,9µm. *SPIE* 1993; 1880:235-239
41. Burkes EJ, Hoke J, Gomes E, Wolbarht M. Wet versus dry enamel ablation by: YAG laser. *J Prosthetic Dent* 1992; 67:847-851
42. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med* 1965; 19:515-530
43. Takamori K. Histopathological and immunohistochemical study of dental pulp and pulpal nerve fibers in rats after the cavity preparation using ER:YAG laser. *J Endodont* 2000; 26:95-99
44. Widgor HA, Abt E, Ashrafi S, Walsh JT. The effects of laser on dental hard tissues. *JADA* 1993; 124:65-70
45. Liberman R, Segal TH, Nordenberg D, Serebro LI. Adhesion of composite materials to enamel: Comparison between the use of acids and lasing as pretreatment. *Lasers Surg Med* 1984; 4:232-237
46. Cooper LF, Myers ML, Nelson DGA, Mowery AS. Shear strength of composite bonded to laser-pretreated dentin. *J Prosthet Dent* 1988; 60:45-49
47. Roberts-Harry DP. Laser etching of teeth for orthodontic bracket placement: A preliminary clinical study. *Lasers Surg Med* 1992; 12:467-470
48. Dederich DN, Tulip J. The effect of Nd:YAG laser on dental bond strength. *SPIE proceedings* 1991; 1424:134-137
49. Ariyaratnam MT, Wilson MA, Mackie IC, Blinkhorn AS. A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd:YAG laser and etching phosphoric acid. *Dent Mater* 1997; 13:51-55
50. Mehl A, Kremers L, Salzmann K, Hickel R. 3D Volume-ablation rate and thermal side effects with the Er:YAG and Nd:YAG laser
51. Blažić L, Živković S, Stojšin I. Primena različitih svetlosnih izvora za polimerizaciju restaurativnih materijala. *SGS* 2002; 49:95-110
52. Kelsey WP, Blankenau RJ, Powell GL. Application of the Argon laser dentistry. *Lasers Surg Med* 1991; 11:495-498
53. Vargas MA, Bobb DS, Smith JL. Polymerizations of composite resin: Argon laser vs. conventional light. *Oper Dent* 1998; 23:87-93
54. Blankenau RJ, Kelsey WP, Powell GL, Shearer GO, Barkmeier WW, Cavel WT. Degree of composite resin polymerisation with visible light and Argon laser. *Am J Dent* 1991; 4:40-42
55. Cobb DS, Vargas MA, Rundle T. Physical properties of composites cured with conventional light of Argon laser. *Am J Dent* 1996; 9:199-202
56. Aw TC, Nicholls JJ. Polymerisation shrinkage of restorative resins using laser and visible light curing. *Lasers Med Surg* 1997; 15:137-141
57. Fleming MG, Maillet WA. Photopolymerisation of composite resin using the Argon laser. *I Can Dent Assoc* 1999; 65:447-450
58. Shanthala BM, Munchi AK. Laser vs. visible light cured composite resin: an in vitro shear bond study. *J Clin Pediatric Dent* 1995; 19:121-125
59. Powel GL, Blankenau RJ. Effects of Argon laser curing on dentin shear strength. *J Clin Laser Med Surg* 1996; 14:111-113
60. Barbakov F, Peters O, Havranek L. Effects of Nd:YAG Lasers on root canal walls: A light and scanning electron microscopic study. *Quintessence Int* 1999; 30:837-845
61. Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Sperr W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: Results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. *Quintessence Int* 1997; 28: 205-209
62. Moritz A, Schoop U, Nell A, Wernisch J, Sperr W. Weranderungen der wurzelkanalober flache unter bestrahlung mit dem CO<sub>2</sub> laser ergebnisse einer in-vitro studie. *Z Stomatol* 1995; 92:343-348
63. Hardee MW, Miserendino LJ, Kos W, Walia H. Evaluatino the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation. *J Endodont* 1994; 20:377-380
64. Blum JY, Peli JF, Abadie MJM. Effects of the Nd:YAG laser on coronal restorative materials: Implications for endodontic retreatment. *J Endodont* 2000; 26:588-592
65. Wong WS, Rosenberg PA, Boylan RJ, Schulman A. A comparison of the apical seals achieved using retrograde amalgam filings and the Nd:YAG laser
66. Folwaczny M, Mehl A, Haffner C, Hickel R. Polishing and coating of dental ceramic materials with 308nm XeCl excimer laser radiation. *Dent Mater* 1998; 14:186-193
67. OSHA. Guidelines on laser devices, Rockwell Laser Industries, Cincinnati, OH, February 15, 1990

## LASERS IN DENTISTRY

### SUMMARY

*Lasers and laser technology is now used in many medical and dental indications. The aim of this study was to demonstrate many excellent points that should be considered by the dentist who is contemplating the use of lasers in dental practice.*

*The interaction of laser radiation on soft tissue enables dry and bloodless surgery, minimal postoperative swelling and scarring, and minimal postoperative pain. Lasers for hard tissues encourage efficient diagnosis of caries and improve the resistance of dental enamel to caries, laser etching of enamel, cavity preparations, photopolymerization of composite resin and sterilization of the root canal system. All staff who are involved in using lasers must be trained with regard to treatment protocols and safety measures. All personnel and the patient must wear safety-approved glasses.*

**Key words:** lasers, dentistry, photopolymerization, endodontics

**Slavoljub Živković, Larisa Blažić,  
Mila Kolar**

### Address for correspondence

Slavoljub Živković  
Faculty of Dentistry, Clinic for Conservative  
Dentistry and Endodontics  
Rankeova 4  
11000 Belgrade  
Serbia and Montenegro